

В настоящее время задачи энергосбережения и экологической безопасности при работе теплогенерирующих установок особенно актуальны и имеют огромное значение. Одним из способов решения этих вопросов является применение водно-топливных эмульсий (ВТЭ):

- вода–мазут;
- вода–дизельное топливо;
- вода–бензин.

При сжигании ВТЭ КПД котельной установки повышается на 3–5 %, а также снижается эмиссия загрязняющих веществ (CO , сажи, окислов азота, бензапирена и других канцерогенных полициклических ароматических углеводородов) в атмосферу [1].

Использование гомогенизированной водно-мазутной смеси позволяет увеличить коэффициент сжигания топлива, сэкономить мазут и снизить вредные выбросы NO_x и CO_x в атмосферу при их сжигании.

В высокотемпературной зоне топочной камеры капля эмульсии взрывается, увеличивая дисперсность подаваемого в горелку топлива. В результате увеличивается поверхность контакта топлива с воздухом, улучшается качество топливно-воздушной смеси.

В результате таких микровзрывов в топке возникают очаги турбулентных пульсаций, и увеличивается число элементарных капель топлива, благодаря чему факел увеличивается в объеме и более равномерно заполняет топочную камеру, вследствие чего происходит:

- выравнивание температурного поля топки с уменьшением локальных максимальных температур и увеличением средней температуры в топке;
- повышение светимости факела за счет увеличения поверхности излучения;
- снижение химического недожога топлива;
- снижение количества вдуваемого воздуха и уменьшение связанных с ним теплопотерь.

Одновременно в факеле происходят каталитические реакции, ведущие к уменьшению вредных газовых выбросов.

Библиографический список

1. Волков А.Н. Сжигание газов и жидкого топлива в котлах малой мощности. Л.: Недра, 1989. 160 с.

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ТОКОВ СТАТОРА И ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Сафин Н.Р., Дмитриевский В.А., Прахт В.А., Дмитриевский А.А., Казакбаев В.М.
УрФУ, emf2010@mail.ru*

Энергосбережение является одним из основных направлений технической политики во всех развитых странах мира. Электродвигатели потребляют до 70% вырабатываемой электроэнергии [1]. На сегодняшний день асинхронный двига-

тель (АД) с короткозамкнутым ротором является основой большинства промышленных электроприводов. Однако их эффективному применению препятствует относительно высокая повреждаемость – около 25 % от общего числа установленных электродвигателей ежегодно [2].

При эксплуатации некоторая часть АД работают с неисправностями, которые не сразу развиваются и их сложно выявить. Одним из таких неисправностей является эксцентриситет ротора, при котором в АД под действием радиальной силы ось ротора смещается со своей первоначальной позиции, вызывая пульсацию электромагнитной силы, в основном в радиальном направлении, при этом происходит изменение воздушного зазора между статором и ротором [8]. При эксцентриситете ротора, ухудшаются технико-экономические характеристики. В частности, при эксцентриситете ротора возрастает ток питания, что влечет к косвенным непродуктивным затратам электроэнергии (до 5-7 %), при этом стоимость перерасхода электроэнергии за год может превысить стоимость самого двигателя [3,9].

Приведем следующие статистические данные по неисправностям электродвигателей переменного тока [2,3]: повреждения элементов статора – 38%; повреждения роторов – 10%; повреждения подшипников – 40%; другие повреждения – 12%.

Существуют следующие методы диагностики эксцентриситета ротора: механический способ, посредством измерительного щупа; вибрационный способ посредством вибродатчиков; емкостной способ и метод, основанный на спектральном анализе потребляемых токов статора. Наиболее широко распространёнными из них являются методы, основанные на вибродиагностике и спектральном анализе потребляемых токов статора [9]. Метод, основанный на спектральном анализе токов статора, имеет следующие преимущества: относительно высокая точность результатов и возможность удаленного мониторинга, т.е. посредством доступа к электрощиту питания [3].

Для диагностирования повреждения – эксцентриситета ротора на основе спектрального анализа токов статора, в качестве испытуемой машины был использован АД АИР 71 А2У2 IM1081 (номинальная мощность 0,75 кВт; номинальная скорость 2820 об/мин). Испытания проводились в двух условиях: заводским подшипником марки 6204 и с подмененным подшипником марки 6005 с втулкой (см. рис. 2). Данный способ искусственного получения эксцентриситета ротора используется в некоторых зарубежных работах [6,7]. Испытания проводились на экспериментальном стенде, где нагрузочный момент создавался электромагнитным порошковым тормозом «Merobel FAT 350» 35 Н·м, 3000 об/мин, для контроля момента использовался датчик момента TRD-3K (3 кгс·м), для контроля скорости применялся датчик частоты вращения МР-981, для соединения валов испытуемой машины с нагрузочным устройством применялись муфты марок VoWex M-19 и Ruflex 0-3TFx6-20. Электропитание АД производилось напрямую от трехфазной сети. Для достоверности результатов значения нагрузочных моментов задавались равными (2,64 Н·м), при обоих режимах (с исправным и неисправным подшипником). Ниже показан вид ротора и подшипники АД (рис. 1).

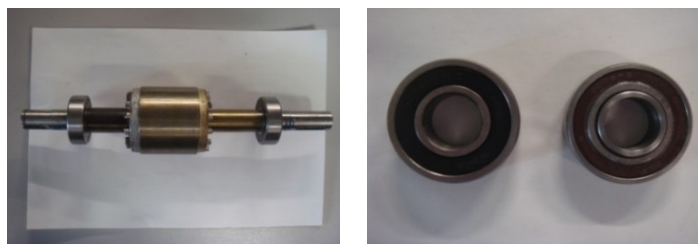


Рис. 1. Ротор и подшипники АД: а – внешний вид ротора АД, б – заводской подшипник и подмененный подшипник с внутренней втулкой

Запись значений токов и напряжений выполнялось с помощью АЦП приставки (USB3000) и измерительной платы с тремя датчиками токов LEM HX 02-P [4] и тремя датчиками напряжений LV25-P SP5 [5]. Полученные значения использовались для спектрального анализа в пакете Matlab.

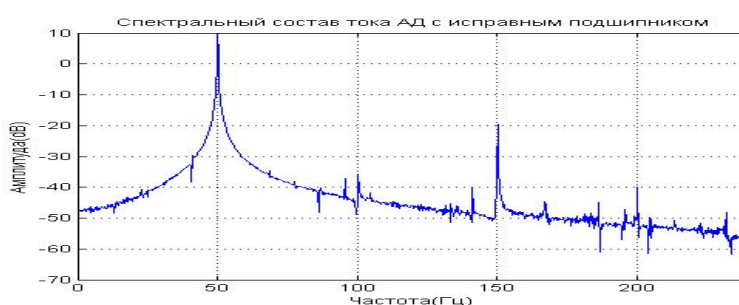


Рис. 2. Спектральный состав тока АД с исправным подшипником

При сравнении полученных графиков (рис. 2 и 3), можно отметить, что есть определенные различия, в частности, на нижнем графике (рис. 3) имеются частоты 45 Гц, 75 Гц и 150 Гц, которые выделяются среди спектрального состава.

Как правило, при спектральном анализе токовых характеристик сравнивают: увеличение количества частотных полос, рост их величины и определяют выделяющиеся характеристические частоты, которые соответствуют определенным видам повреждений [3]. В данном случае амплитуды на 75 и 150 Гц являются большими (рис. 3), относительно графика АД с исправным подшипником (рис. 2). После испытаний полученные значения КПД при питании АД от сети выглядят следующим образом: с исправным подшипником $\eta_1=0,61$; с поврежденным подшипником $\eta_2 = 0,59$.

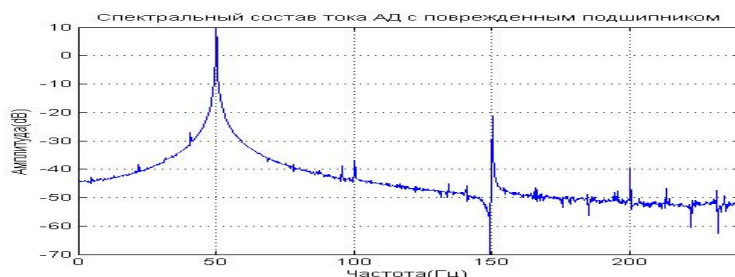


Рис. 3. Спектральный состав тока АД с поврежденным подшипником

Полученное в эксперименте различие КПД: $\eta_1 - \eta_2 = 3,4 \%$ показывает, что наличие технологического эксцентриситета ротора существенно снижает эффективность работы АД. Некоторое отличие полученного в опыте КПД от

носителем паспортного значения (0,74) обусловлено превышением нагрузочного момента в опыте (2,64 Н·м) относительно номинала (2,54 Н·м), а также наличием значительного момента механических потерь на соединительных элементах испытательной установки (муфты, сборные валы).

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- наличие эксцентриситета ротора существенно снижает эффективность работы АД, что влечет перерасход электрической энергии;
- спектральный анализ тока статора позволяет осуществить выявление эксцентриситета ротора на начальных стадиях его развития, что дает возможность более эффективного планирования ремонтных работ;
- описываемый метод относится к онлайн диагностике и особенно хорошо подходит для установок, доступ обслуживающего персонала к которым затруднен и незапланированный выход из строя которых особо критичен.

Библиографический список

1. Sahil Sahni, Avid Boustani, Timothy Gutowski, Steven Graves. Electric motor remanufacturing and energy savings. MITEI-1, 2010.
2. Крупенин Н.В., Голубев А.В., Завидей В.И. Новые возможности в диагностике электрических машин // Электричество. 2011. № 9.
3. Петухов В.С., Соколов В.А. Диагностика состояния электродвигателей на основе спектрального анализа потребляемого тока. Центр электромагнитной безопасности. С. 1-5.
4. Датчики тока LEM HX 03-20 P [Электронный ресурс] URL: http://www.fek.by/doc/components/L_O/Lem/hx03-20p.pdf
5. Датчики напряжения LEM LV 25-P [Электронный ресурс] URL: http://www.fek.by/doc/components/L_O/Lem/lv25-p.pdf
6. Doosoo Hyun, Jongman Hong, Ernesto J. Wiedenburger. Automated Monitoring of Air-gap eccentricity for Inverter-fed Induction motors under standstill conditions. IEEE, 2010.
7. Bashir Mahdi Ebrahimi, Mehrsan Javan Roshtkhari. Advanced eccentricity fault recognition in permanent magnet synchronous motors using stator current signature analysis. IEEE, 2013.
8. Кузнецов С.Л., Колпахьян П.Г., Сербиновский Б.Б., Рогачев В.А. Токи статора асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора // Известия вузов. Электромеханика. 2008. № 4.
9. Полищук В.И., Новожилов А.Н., Исупова Н.А. Обзор способов диагностики эксцентриситета ротора машин переменного тока // Известия вузов. Электромеханика. 2011. № 6.

ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИЯ НИКЕЛЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

*Сахипгареев Р.Р., Шапенов П.М., Чернышов А.А., Останин Н.И.
УрФУ, a.b.darintseva@ustu.ru*

Существует два способа получения электролитического никеля – электроэкстракция и электрорафинирование. В настоящее время в России используется технология электрорафинирования. В других странах приоритетной является электроэкстракция. Преимущества технологии электроэкстракции – возможность использования бедных по никелю руд, отсутствие ряда компрессорных операций; сокращение выбросов в атмосферу вредных веществ; снижение энергозатрат.